

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS CONDIÇÕES DE EXPLOTABILIDADE DO AQUÍFERO TACARATU NA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO JOSÉ DO BELMONTE – PE, COMO UMA FERRAMENTA PARA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

*Luíson Tarcísio Leal e Sá*¹

*Antônio Ferreira Neto*²

Oswaldo Pereira Sobrinho

RESUMO

A Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, apresenta uma área de exposição em torno de 775 km², e constitui-se geologicamente de três unidades: formações Sergi, Aliança e Tacaratu, caracterizando-se esta última como um aquífero.

Estimou-se para o Aquífero Tacaratu, um volume de reservas permanentes da ordem de $R_p = 15.500.000.000 \text{ m}^3/\text{ano}$ e uma recarga de $13.559.973 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Ao realizarmos levantamento, preliminar, em 103 poços localizados em duas pequenas áreas, que juntas perfazem apenas 27 km², constatamos que os mesmos explorariam um volume de água subterrânea em torno de $3.810.610 \text{ m}^3/\text{ano}$, utilizada, na realização de irrigações (59,5 %) e no abastecimento público (40,5%).

Apesar do valor explorado na área do levantamento ser bem inferior a recarga, o mesmo caracterizar-se-ia como uma superexploração, haja vista o mesmo estar associado a uma pequena área da bacia, bem como pelos problemas já verificados nesta.

Assim sendo, fica evidente, ao menos em determinadas áreas da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, a necessidade da realização de um intensivo gerenciamento do seu manancial hídrico, sob pena de, a curto prazo, com a perfuração e exploração indiscriminada de poços que vem ocorrendo, haver um comprometimento ainda maior dos recursos hídricos subterrâneos desta bacia.

APRESENTAÇÃO

Diante da escassez de recursos hídricos na região semi-árida do Estado de Pernambuco, no qual, segundo a SECTMA-PE, 1998, apenas 13,8 % do território estaria recoberto geologicamente por rochas sedimentares, faz-se necessário nestas, face a potencialidade hidrogeológica destas, um intensivo gerenciamento / monitoramento, tanto do ponto de vista quantitativo quanto do ponto de vista qualitativo de suas águas subterrâneas, o que propiciaria uma otimização no uso do seu potencial.

¹ Geólogo da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco.

² Engenheiro Civil da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco.

Foi com esta preocupação que escolheu-se a Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, haja vista o fato de, especialmente nos últimos anos, ter havido nesta uma intensificação na utilização do seu manancial hídrico subterrâneo, especialmente para irrigação, finalidade esta à qual geralmente encontra-se associada o emprego de agrotóxicos/pesticidas, procedimento este considerado prejudicial ao aquífero explorado, tendo-se em vista o mesmo caracterizar-se, em sua maior parte, como um aquífero livre e, portanto, mais sujeito à contaminações.

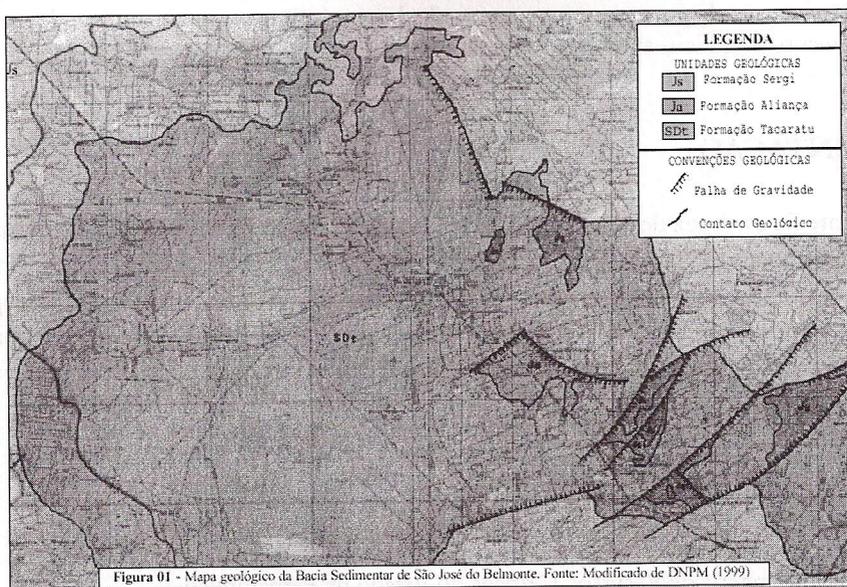
I. INTRODUÇÃO

Localizada na Região Semi-árida do Estado de Pernambuco, a Bacia Sedimentar de São José do Belmonte compreende uma área de 775 km² (DNPM,1999), o que corresponderia a aproximadamente 5,7 % da área sedimentar existente no Estado de Pernambuco.

Posicionada hidrograficamente em sua maior parte na Bacia do Rio Pajeú, e em pequena porção na Bacia do Rio Terra Nova, a mesma encontra-se situada em quase sua totalidade o Município de São José do Belmonte, daí o porque do seu nome, e em menor proporção nos municípios de Verdejante e Serra Talhada.

II. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS / HIDROGEOLOGICAS DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO JOSÉ DO BELMONTE

Posicionada sobre os metassedimentos do Grupo Salgueiro-Cachoeirinha, composto na região, predominantemente, por filitos, xistos e micaxistos, geologicamente a Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, que como já mencionado ocupa uma área de cerca de 775 km², mostra-se representada por apenas três unidades geológicas distintas, as quais são denominadas de Formação Tacaratu, Formação Aliança e Formação Sergi, as quais mostram-se distribuídas conforme apresentado no mapa geológico apresentado na **figura 01**.



II. 1. UNIDADES GEOLÓGICAS / HIDROGEOLÓGICAS

- Formação Tacaratu

Caracterizada litoestratigraficamente como de idade Siluro-Devoniana, esta formação constitui-se, litologicamente, basicamente, de arenitos médios, grosseiros a conglomeráticos, com coloração amarelada a avermelhada.

Apesar de sua grande vocação como aquífero, a Formação Tacaratu, localmente, apresenta porções bastante recristalizadas, em virtude do que observa-se, em determinadas regiões, que esta unidade geológica com grande potencial hidrogeológico comporta-se como o embasamento cristalino, em cujos poços verificam-se baixas vazões.

Esta unidade geológica, que também mostra-se representada como seqüência basal na Bacia Sedimentar do Jatobá e em outras pequenas bacias sedimentares interiores, como as bacias de Mirandiba, Tupacaci e Fátima, apresenta na Bacia de São José do Belmonte uma área de exposição em torno de 730 km² (DNPM, 1999). Este valor representaria a extensão desta formação que se comportaria como um aquífero livre, haja vista que no restante da área de exibição da bacia, a Formação Tacaratu encontra-se sotoposta a Formação Aliança, caracterizando-se assim nesta região como um aquífero confinado.

Litologicamente esta formação correlaciona-se às formações/aquíferos Mauriti e Serra Grande, respectivamente, nas bacias sedimentares do Araripe e Parnaíba.

- Formação Aliança

Datada do Jurássico, esta unidade geológica mostra-se, litologicamente composta por argilas, siltitos e arenitos finos, de coloração predominantemente vermelha a esverdeada.

Posicionada apenas na porção sudeste da bacia, sob a forma de “pequenas manchas”, esta unidade geológica encontra-se freqüentemente associada a zonas de falhas, estando inclusive em algumas regiões delimitada por falhas sob a forma de um meio-graben.

Hidrogeologicamente a Formação Aliança, que ocupa uma área de apenas cerca de 22 km² (DNPM, 1999), mostra-se importante como condicionante do confinamento da Formação Tacaratu e “isolante” de eventuais contaminações ao Aquífero Tacaratu.

- Formação Sergi

Posicionada em sua maior parte sobre o arenito Tacaratu, esta unidade que assim como a Formação Aliança é datada do Jurássico, mostra-se constituída por arenitos, predominantemente, finos e com coloração avermelhada. A mesma, segundo DNPM (1999), recobre uma área em torno de 23,1 km². A área de ocorrência desses arenitos restringe-se a “pequenas manchas” nas porções E-SE da bacia.

Hidrogeologicamente esta formação comporta-se como um aquitardo, o que permite que, mesmo que em menor intensidade e velocidade, a água infiltrada nesta formação atinja o Aquífero Tacaratu, desde que abaixo desta unidade não ocorram os pelitos da Formação Aliança.

II. 2. PARÂMETROS HIDROGEOLÓGICOS

- Alimentação e Circulação

Tendo em vista a avaliação da alimentação, faz-se necessário a adoção de alguns parâmetros, tais como, taxa de infiltração e precipitação, os quais, no âmbito da presente pesquisa, foram obtidos a partir de alguns estudos realizados na região, cujos comentários mostram-se descritos logo a seguir:

- Em estudo realizado pela TECNOSAN para o DNOCS (1981), no Plano Diretor do Vale do Pejeú-PE, foi adotada para as bacias sedimentares de Mirandiba e de São José do Belmonte uma taxa de infiltração da ordem de 0,22 % da precipitação, o que para sedimento pode ser considerado muito baixo, apesar de que, como mencionado anteriormente, este localmente mostra-se bastante silicificado e se comportaria como um aquífero fissural.

- Já a SECTMA (1998), através do PERH / PE – Estudos Hidrogeológicos, adotou para a Bacia Sedimentar de São José do Belmonte uma taxa de infiltração da ordem de 3 % da precipitação.

- O DNPM (1999), em seu estudo de avaliação hidrogeológica da Bacia de São José do Belmonte também utilizou para o cálculo da alimentação do Aquífero Tacaratu uma taxa de infiltração de 3 %, e uma precipitação média anual de 581,8 mm.

- No entanto, a SRH-CE (1996) e o DNPM (1996), adotaram valores de infiltração para a Formação Mauriti da Bacia Sedimentar do Araripe, que seria correlata ao Aquífero Tacaratu da Bacia de São de São José do Belmonte, taxas da ordem de 0,51 % a 1,9 % da precipitação, respectivamente.

Assim sendo, diante dos valores acima expostos, e pelo fato de na maior parte da bacia haver um predomínio de solo de areia quartzosa e, portanto, “bastante” permeável, adotamos para o trabalho em questão, uma taxa de infiltração da ordem de 3,0 %.

Ao adotarmos uma taxa de infiltração de 3,0 %, uma precipitação média de 581,8 mm, e considerando-se para o Aquífero Tacaratu uma área de recarga de 730 km², obtemos um volume médio de infiltração da ordem de $V = 730.10^6 \times 0,5818 \times 0,03 = 12.741.420 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Além do volume de infiltração citado anteriormente, devemos considerar ainda como fontes alimentadoras para este aquífero a infiltração devido a açudagem existente na bacia e uma pequena contribuição devido a drenagem da área superficial do cristalino, a qual por considerarmos ser de pequena amplitude, bem como pelo fato de não termos dados suficientes, não levaremos em consideração no trabalho em questão.

Segundo estudos realizados pela SUDENE (Série Hidrologia/25, 1988), a pequena açudagem do Semi-Árido perde por infiltração em média 23 % do rebaixamento do nível d'água. Com base em levantamento realizado no SIRH-PE (Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco), foram catalogados na Bacia de São José do Belmonte 08 açudes, os quais juntos possibilitariam um volume de acumulação em torno de 3.558.925 m³. Entretanto, deve-se considerar que este cadastramento foi realizado, até o princípio da década de 90, e, portanto, deve ser corrigido. Sendo assim, considerando-se que tenha havido um acréscimo na pequena açudagem em torno de 15 %, teríamos um volume de água acumulada estimado em cerca de $V = 4.092.764 \text{ m}^3$, o que ao adotarmos, por motivo de segurança, um percentual de infiltração de 20 %, permite-nos estimar um volume de infiltração devido a açudagem de aproximadamente $V = 818.515 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Ao somarmos o volume de infiltração devido a precipitação no aquífero, com o volume infiltrado devido a açudagem, teríamos então o volume total de infiltração para o Aquífero Tacaratu da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, que seria de $V = 13.559.973 \text{ m}^3/\text{ano}$.

- Reservas Permanentes

Para a realização do cálculo das reservas permanentes, devemos levar em consideração alguns aspectos do aquífero, como por exemplo se o mesmo é livre e/ou confinado, bem como a adoção de alguns parâmetros hidrodinâmicos do aquífero, tais como sua porosidade efetiva e coeficiente de armazenamento, e a espessura saturada média do aquífero.

Como já mencionado anteriormente, o Aquífero Tacaratu apresenta uma área de exposição em torno de 730 km^2 , a qual perfaz cerca de 94,2 % da bacia sedimentar e corresponderia ao aquífero livre. Já a área sob confinamento, onde se observa que o Arenito Tacaratu mostra-se sotoposto às formações Aliança e Sergi, corresponde a aproximadamente 45 km^2 apenas, o que representaria 5,8 % da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte.

Sendo assim, considerando que os volumes armazenados sob pressão são desprezíveis em relação aos acumulados nos poros, face a reduzida área sob confinamento e baixo coeficiente de armazenamento, serão considerados apenas os volumes acumulados nos interstícios.

A SECTMA (1998) – PERH / PE e o DNPM (1996), adotaram, respectivamente, para a Bacia Sedimentar do Cedro e para a Bacia Sedimentar do Araripe, cujo aquífero (Formação Mauriti) mostra comportamento semelhante ao Aquífero Tacaratu da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, um valor de porosidade efetiva de 2,0 %, mesmo valor admitido por Ferreira et al (2000) para a correlata Formação Mauriti no Município de Penaforte-Ce.

No entanto, o DNPM (1999), em sua avaliação hidrogeológica da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, utilizou uma porosidade média de 10 % e uma espessura do aquífero por volta de 200 m.

Assim sendo, a nível deste trabalho, adotaremos os seguintes valores para os parâmetros que fazem parte do cálculo das reservas permanentes:

- . Área do aquífero: 775 km^2
- . Espessura saturada média: 200 m
- . Porosidade efetiva: 10 %

Cálculo das reservas permanentes:

$$R_p = \text{Área Aquífero} \times \text{Espessura Saturada} \times \text{Porosidade Efetiva} = 775 \cdot 10^6 \times 200 \times 0,10$$

$$R_p = 15.500.000.000 \text{ m}^3.$$

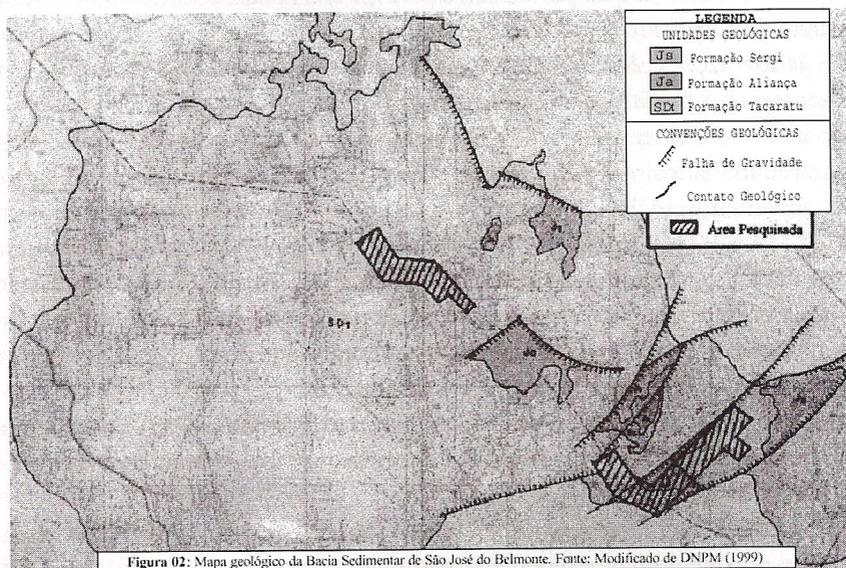
- Reservas Explotáveis ou Recarga

A recarga ou reserva explotáveis é representada, basicamente, pela alimentação devido às precipitações e, em menor proporção, pela infiltrações procedentes dos mananciais de superfície.

Sendo assim, ao adicionarmos os valores dos volumes de infiltração provenientes da alimentação devido às precipitações, para a qual obteve-se um valor de $12.741.420 \text{ m}^3/\text{ano}$, com o volume decorrente das infiltrações procedentes dos mananciais de superfície, que seria de $818.553 \text{ m}^3/\text{ano}$, obtêm-se um valor para as Reservas Explotáveis (recarga) da ordem de $R_{\text{expl.}} = 13.559.973 \text{ m}^3/\text{ano}$ ($1.063 \text{ m}^3/\text{h}$ ou 295 l/s).

II. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DAS CONDIÇÕES DE EXPLOTABILIDADE DO AQUÍFERO TACARATU, TENDO COMO ALVO DE ESTUDO PARTE DA BACIA SEDIMENTAR DE SÃO JOSÉ DO BELMONTE

Tendo em vista a presente pesquisa ainda encontrar-se em andamento, deve-se ter em conta que as considerações a seguir apresentadas dizem respeito apenas a uma pequena parte da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, representada na **figura 02**, da qual, entretanto, se ainda não se pode tirar respostas conclusivas e definitivas acerca do comportamento e/ou situação do Aquífero Tacaratu como um todo, certamente possibilita-nos ter uma boa idéia da atual situação de captação deste manancial.



III. 1. DISPONIBILIDADE INSTALADA DOS POÇOS

Para o cálculo da disponibilidade instalada, que se caracteriza como o volume captado anualmente por todos os poços, adotando-se a vazão máxima permissível de cada poço e em regime de 24 x 24 horas, levaremos em consideração apenas os poços cadastrados até o momento no âmbito da presente pesquisa, o que, entretanto, se apesar de ainda não permitir uma avaliação conclusiva acerca da exploração do Aquífero Tacaratu na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte como um todo, ao menos possibilita-nos ter uma idéia acerca da captação de água subterrânea em algumas das áreas mais exploradas.

Assim sendo, estimou-se para a área pesquisada (representada na figura-02) uma disponibilidade instalada da ordem de **10.458.546 m³/ano**.

Deve-se, entretanto, levar em consideração que, para o cálculo da disponibilidade instalada, não foram levados em consideração os poços fora de operação por algum tipo de problema na instalação, bem como os poços perfurados recentemente e que ainda se encontram sem qualquer tipo de instalação, os quais quando forem instalados em um futuro próximo, deverão provocar um incremento significativo da disponibilidade instalada nas áreas em questão.

III. 2. SITUAÇÃO DA CAPTAÇÃO

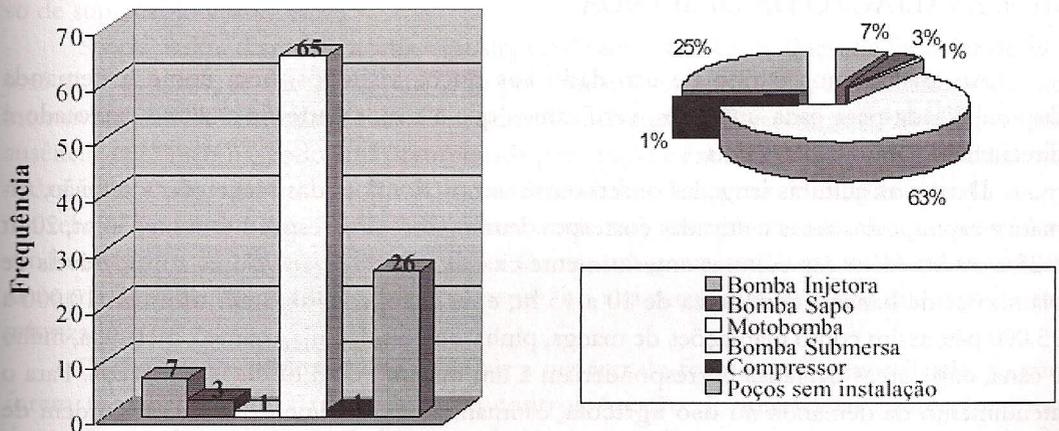
Foram levantados e cadastrados no âmbito da referida pesquisa 103 poços, os quais encontrar-se-iam distribuídos em uma área de apenas cerca de 27 km², perfazendo assim para a mesma uma densidade da ordem de 3,8 poços/km².

Perfurados com profundidades que variam de 47 a 200 m, obteve-se para os poços analisados uma profundidade média de cerca de 105,5 m.

Ao analisarmos o Nível Estático (NE) dos poços em questão, ou seja, a profundidade em que a água se encontra estando o poço em estado de repouso, observamos que o mesmo varia de 4 a 30 m de profundidade, situando-se a média em torno de 14,3 m.

Verificamos ainda que, dos 103 poços levantados, 26 deles, ou seja 25,24 %, como pode ser visto no gráfico representado a seguir, estavam sem instalação, o que em grande parte (cerca de 50 %) deve-se ao fato de terem sido perfurados recentemente e ainda aguardarem instalação. Dentre os poços instalados, observa-se desde a instalação de bombas-sapo, com vazões de 0,3 a 0,6 m³/h, até a instalação de bombas submersas, com vazões de até 45,0 m³/h. Ao avaliarmos uma média de vazão para estes poços, obteve-se um valor da ordem de Q_m = 15,79 m³/h.

Avaliação Situação da Instalação



Além dos poços instalados com bomba-sapo, que corresponderia a apenas 3,9 % dos poços equipados, bem como os instalados com bomba submersa, que representam a grande maioria dos poços instalados, com cerca de 84,41 % destes, observam-se ainda poços equipados com bomba injetora (9,09 %), e em menor proporção poços instalados com motobomba (1,3 %) e instalados com compressor (1,3 %).

III. 3. QUALIDADE DAS ÁGUAS

Haja vista o fato do Aquífero Tacaratu caracterizar-se, em sua maior parte, como um aquífero livre, e por isso mesmo encontrar-se mais sujeito a prováveis agentes de contamina-

ção, foram coletadas diversas amostras de água diretamente dos poços, com o objetivo de realizar análises físico-químicas e bacteriológicas das mesmas, das quais, entretanto, ainda não obtivemos resultados.

A escolha dos locais (poços) para a realização das análises foi feita de forma a apresentar uma boa distribuição espacial na bacia, bem como representar os locais com possíveis problemas de contaminação, como por exemplo em áreas onde estivessem ocorrendo irrigação de culturas como a tomate.

No entanto, além da preocupação com o gerenciamento/controle da qualidade das águas do Aquífero Tacaratu, no que diz respeito à contaminação do mesmo por agentes nocivos como pesticidas, agrotóxicos, lixões, etc., deve-se levar em conta ainda que, a grande maioria dos poços perfurados na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, são revestidos apenas até os 20 ou 25 m de profundidade, o que poderia representar um risco à qualidade hídrica deste manancial. Isto se daria tendo-se em vista que, como é comum em regiões semi-áridas, devido a elevada taxa de evaporação, em algumas porções da bacia, onde o Aquífero Tacaratu encontra-se exposto, o arenito em sua porção superior encontrar-se-ia saturado, mesmo que parcialmente, de água salinizada, a qual, diante da ocorrência de um poço indevidamente revestido, teria um conduto para a contaminação do "lençol" de água de boa qualidade, comprometendo desta forma o poço, como já constatado em alguns casos, ou até mesmo o aquífero, localmente.

III. 4. AVALIAÇÃO DA DEMANDA

Ao analisarmos o tipo de uso dado aos poços visitados, bem como a demanda disponibilizada para cada um deles, verificamos que a maior parte do volume explorado é direcionado para o uso agrícola.

Dentre as culturas irrigadas observou-se um predomínio das plantações de feijão, tomate e capim, cujas áreas cultivadas correspondem a valores de, respectivamente, 30 ht, 20 ht e 25 a 30 ht. Além das culturas anteriormente citadas, observou-se valores consideráveis de plantações de banana, com cerca de 10 a 15 ht, e de coco, com algo em torno de 10.000 a 15.000 pés, assim como plantações de manga, pinha, acerola, laranja, mamão, melancia, milho e cana, cujas áreas irrigadas corresponderiam a um máximo de 3 ht de área irrigada. Para o atendimento da demanda no **uso agrícola**, estimamos um volume explorado da ordem de **2.266.660 m³/ano (59,5 %)**.

Além da demanda disponibilizada para irrigação, observamos uma quantidade relativamente considerável no abastecimento público, tendo-se em vista que além da Cidade de São José do Belmonte, que é abastecida exclusivamente por poços, algumas comunidades do município, também tem na exploração dos poços a única fonte de recursos hídricos. Estima-se que, para o atendimento da demanda disponibilizada para o **abastecimento público**, o volume de água explorada do aquífero oscila em torno de **1.543.950 m³/ano (40,5 %)**.

Sendo assim, ao adicionarmos o volume de água utilizada na realização de irrigações, com a quantidade de água utilizada para o abastecimento público, obtemos um **volume total** de água explorada, na área da pesquisa, em torno de **3.810.610 m³/ano**.

IV. RELAÇÃO RESERVAS EXPLOTÁVEIS (RECARGA) X DEMANDA X GERENCIAMENTO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos o volume de água disponibilizada para o atendimento da demanda, o qual estimou-se em torno de $3.810.610 \text{ m}^3/\text{ano}$, com o valor da recarga ou reservas exploráveis do aquífero, cujo volume estimou-se em $13.559.973 \text{ m}^3/\text{ano}$, observamos um superávit da ordem de $9.749.363 \text{ m}^3/\text{ano}$.

Este grande superávit, entretanto, ao contrário do que se pode imaginar, não significa dizer que ainda não existe na bacia problemas de superexploração, haja vista que, além de ainda não terem sido avaliados/catalogados todos os poços da bacia sedimentar (talvez apenas $\frac{1}{4}$), para o cálculo estimativo do volume de água demandado, foram levados em consideração apenas os poços em operação durante a visita técnica (74,76 %) e estes mostram-se distribuídos em uma área bastante reduzida, com cerca de 27 km^2 , ou seja, apenas 3,5 % da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, ao passo que o volume explorado corresponde a cerca de 28,1 % da recarga.

Estes fatores já seriam suficientes para evidenciar que quanto o Aquífero Tacaratu estaria sendo superexplorado na área alvo do levantamento/cadastramento dos poços, haja vista que, caso distribuíssemos proporcionalmente o valor da recarga em toda a bacia, por km^2 , o volume de água disponível para esta área seria de apenas $472.412 \text{ m}^3/\text{ano}$, ou seja muito inferior ao volume explorado. Valor semelhante também iríamos obter se considerássemos para o cálculo da recarga somente a dimensão da área em foco, que seria de apenas 27 km^2 .

Poderíamos então concluir que há na região alvo desta avaliação preliminar um processo de superexploração.

Sendo assim, diante do acima exposto, verificamos que há na Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, se não como um todo pelo menos em parte dela, a necessidade de um intensivo gerenciamento das águas subterrâneas do Aquífero Tacaratu, sob risco de, na sua ausência, continuar havendo uma desordenada perfuração e exploração de poços, em determinadas áreas, onde constatou-se haver poços distanciados de apenas 60 m, provocando assim um rebaixamento do nível d'água subterrânea ainda mais comprometedor do que já está havendo atualmente, o que ocasionaria, desta forma, um grave problema no atendimento da demanda agrícola, bem como, principalmente, no abastecimento público, que deveria ser priorizado.

Como um exemplo do que pode vir a ocorrer de forma mais generalizada, se não forem tomadas medidas mais sérias de controle/gestão do manancial subterrâneo em determinadas áreas da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte, pode-se citar o caso de um poço perfurado em 1983, com 60 m de profundidade, no St. Cacimba Nova (imedições da Cidade de São José do Belmonte), onde, segundo o proprietário, Juarez Nunes Magalhães, este poço quando da perfuração e até cerca de 2 anos atrás, operava com uma vazão de $12,0 \text{ m}^3/\text{h}$, entretanto, atualmente, mesmo com a bomba submersa rebaixada até os 57 m de profundidade, praticamente o limite do poço, a mesma consegue retirar, de forma precária, apenas em torno de $3,0 \text{ m}^3/\text{h}$.

No entanto, deve-se destacar que, apesar de poder haver um fluxo da água subterrânea da área menos explorada para a mais explorada, em decorrência da convergência das linhas de fluxo para esta última, determinada pelo gradiente hidráulico e provocada pela superexploração, este quando se dá a partir de áreas relativamente "distantes", como parece ser o caso em questão, pode demorar bastante tempo para vir a ser sentido, dada a pequena velocidade da água subterrânea.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DNPM, 1996. Projeto Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe. Fortaleza – 4º Distrito / Recife – 6º Distrito. Fortaleza – CE.
- DNPM, 1999. Levantamento Hidrogeológico da Bacia Sedimentar de São José do Belmonte. Recife – 6º Distrito. Recife - PE.
- DNOCS, 1981. Plano Diretor do Vale do Pajeú. Recife – PE.
- NETO, A. F.; SÁ, L. T. L.; SOBRINHO, O. P.; SANTOS, J. M. P. , 2000. Recursos Hídricos Subterrâneos em Penaforte - Uma solução para o abastecimento d'água. 1º Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas.
- SUDENE, 1989. Perdas por Evaporação e Infiltração em Pequenos açudes. Série Hidrologia / 31. SUDENE / ORSTOM, Recife – PE.
- SECTMA-PE, 1998. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco – PERH-PE. Recife – PE.
- SRH-CE, 1996. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PERH-CE. Fortaleza – CE.